

ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

**М. П. Решетникова, А. А. Родина,
К. В. Немтинов, В. А. Немтинов**

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов*

Рецензент д-р техн. наук, профессор С. Я. Егоров

Ключевые слова: виртуальные модели; поддержка принятия решения; проектирование очистных комплексов гальванических линий.

Аннотация: Представлена адаптированная технология автоматизированного проектирования сложных технологических комплексов для решения задачи автоматизированного проектирования комплекса очистки сточных вод гальванических линий. Данная технология одновременно учитывает: представление ряда задач проектирования комплексов очистки сточных гальванических линий в виде единой системы с использованием теории сложных систем и наличие единой информационной базы; комплексное оценивание (с экономических и технологических позиций) конструкторских решений; обеспечение повышения интеллектуализации обработки информации в области проводимых исследований; значительное снижение сроков и затрат на проектирование комплексов.

Введение

В настоящее время в Российской Федерации в области нанесения электрохимических, химических и анодизационных покрытий наметилась устойчивая тенденция по разработке и внедрению малоотходных, бессточных и высокопроизводительных комплексных автоматических линий гальванопокрытий и технологий, обеспечивающих частичное или полное улавливание токсичных компонентов и возврат их в производство. Реализация этого направления значительно усложняется в условиях

Решетникова Мария Петровна – магистрант; Родина Антонина Александровна – старший преподаватель кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»; Немтинов Кирилл Владимирович – младший научный сотрудник, аспирант кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»; Немтинов Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении», e-mail: nemtinov@mail.gaps.tstu.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов.

многономенклатурного и мелкосерийного гальванического производства, характерного для более 70 % предприятий приборо- и машиностроения России. Проблема усугубляется относительно высокой стоимостью производственной площади, повышенными требованиями к концентрации вредных выделений гальванических ванн в атмосфере цеха и т.д.

Производства, связанные с химической и электрохимической обработкой металлов, являются одними из наиболее вредных для окружающей среды. Особенно опасными являются тяжелые металлы, под действием которых у человека могут возникать заболевания центральной нервной системы, кровеносных сосудов, сердца, печени и других органов. Кроме того, тяжелые металлы обладают мутагенным действием. Попадание очищенных или плохо очищенных сточных вод и других отходов, содержащих соединения тяжелых металлов, в природную среду приводит к большому экологическому ущербу. Поэтому вопросы эффективной очистки сточных вод в процессах обработки металлов в настоящее время остаются весьма актуальными.

Хотя количество сточных вод, в частности на небольших и средних предприятиях, относительно невелико, затраты на строительство локальных очистных сооружений нередко бывают сопоставимы с капитальными затратами на создание основных производств. Это объясняется достаточной сложностью технологических процессов обработки сточных вод, довольно высокой стоимостью технологического оборудования, а также затратами на создание автоматизированных систем регулирования и управления этими процессами.

Сточные воды при химической и электрохимической обработке металлов образуются в основном в промывочных операциях, имеющих целью удаление с поверхности металлоизделий пленок и капель растворов электролитов (в более редких случаях – налета затвердевших минеральных солей).

В этой связи весьма актуальными и своевременными становятся вопросы, связанные с разработкой конструктивно-компоновочных и технологических решений, малоэнергоемкого и высокопроизводительного гальванического оборудования, обеспечивающего экологически безопасную гальванохимическую обработку деталей различной группы сложности и максимальную степень рекуперации обрабатываемой среды при минимальных затратах времени и средств. В настоящее время решение этих и других задач практически невозможно выполнить без использования современных информационных технологий.

В связи с этим целью данной работы является разработка процедуры автоматизированного проектирования комплекса очистки сточных вод гальванических линий. В качестве ее прототипа использованы результаты работ [1, 2].

Технология автоматизированного проектирования

Для решения этой проблемы адаптирована технология автоматизированного проектирования сложных технологических комплексов [3, 4], которая:

- 1) одновременно учитывает:
 - представление ряда задач проектирования комплексов очистки сточных гальванических линий (автоматизированного выбора структур-

ной схемы, типовых узлов и механизмов, а также конструкторской разработки оригинальных и компоновки всех узлов) в виде единой системы с использованием теории сложных систем и наличие единой информационной базы;

– комплексное оценивание (с экономических и технологических позиций) конструкторских решений;

2) обеспечивает:

– повышение интеллектуализации обработки информации в области проводимых исследований;

– значительное снижение сроков и затрат на проектирование комплексов;

– резкое уменьшение числа ошибок проектировщиков и их устранение на ранних этапах проектирования, обеспечение технологичности – удобства и легкости реализации процесса функционирования отдельных узлов и всего комплекса в целом.

Апробация технологии выполнена на примере комплекса, предназначенного для очистки стоков линий цеха гальванопокрытий с возвратом очищенной воды (~95 %) на промывочные операции гальванических линий и со сбросом очищенной до предельно-допустимой концентрации (ПДК) загрязняющих компонентов воды (до ~5 %) в канализацию.

Исходными данными для проектирования являются: механизированная линия обработки алюминия и его сплавов; механизированная линия оксидирования; механизированная линия химического пассивирования нержавеющей сталей; автоматизированная барабанно-подвесочная линия цианистых покрытий; автоматизированная линия электрохимического полирования; механизированная линия фосфатирования; механизированная линия хромирования; автоматизированная двухрядная многопроцессная линия; линия обработки меди и ее сплавов (ручного обслуживания); линия химического никелирования; механизированная линия травления и снятия альфированного слоя с титановых элементов; линия алмазирования; линия серебрения и палладирования; линия подготовки и дубления. Расчетная номинальная производительность комплекса по промывной воде – 1,5 м³/ч.

Ориентировочные исходные концентрации основных загрязняющих компонентов в промывной воде: цинк – 7 мг/л; медь – 2 мг/л; свинец – 0,8 мг/л; никель – 3 мг/л; хром шестивалентный – 22 мг/л; цианиды – 2 мг/л; нитраты – 110 мг/л; хлориды – 70 мг/л; сульфаты – 150 мг/л.

Остаточные концентрации основных загрязняющих компонентов в очищенной воде при сбросе в канализацию не должны превышать следующие значения: цинк – 0,01 мг/л; медь – 0,001 мг/л; свинец – 0,006 мг/л; хром шестивалентный – 0,02 мг/л; хром трехвалентный – 0,07 мг/л; цианиды – отсутствуют; нитраты – 40,27 мг/л; хлориды – 300 мг/л; сульфаты – 100 мг/л.

Виртуальная модель комплекса очистки сточных вод

В результате использования приведенной выше технологии автоматизированного проектирования сложных технологических комплексов разработана виртуальная модель [5, 7] технологического комплекса очистки сточных вод гальванических линий.

На рисунке 1 представлен 3D-вид модели комплекса очистки сточных вод, на рис. 2 – модели его отдельных элементов.

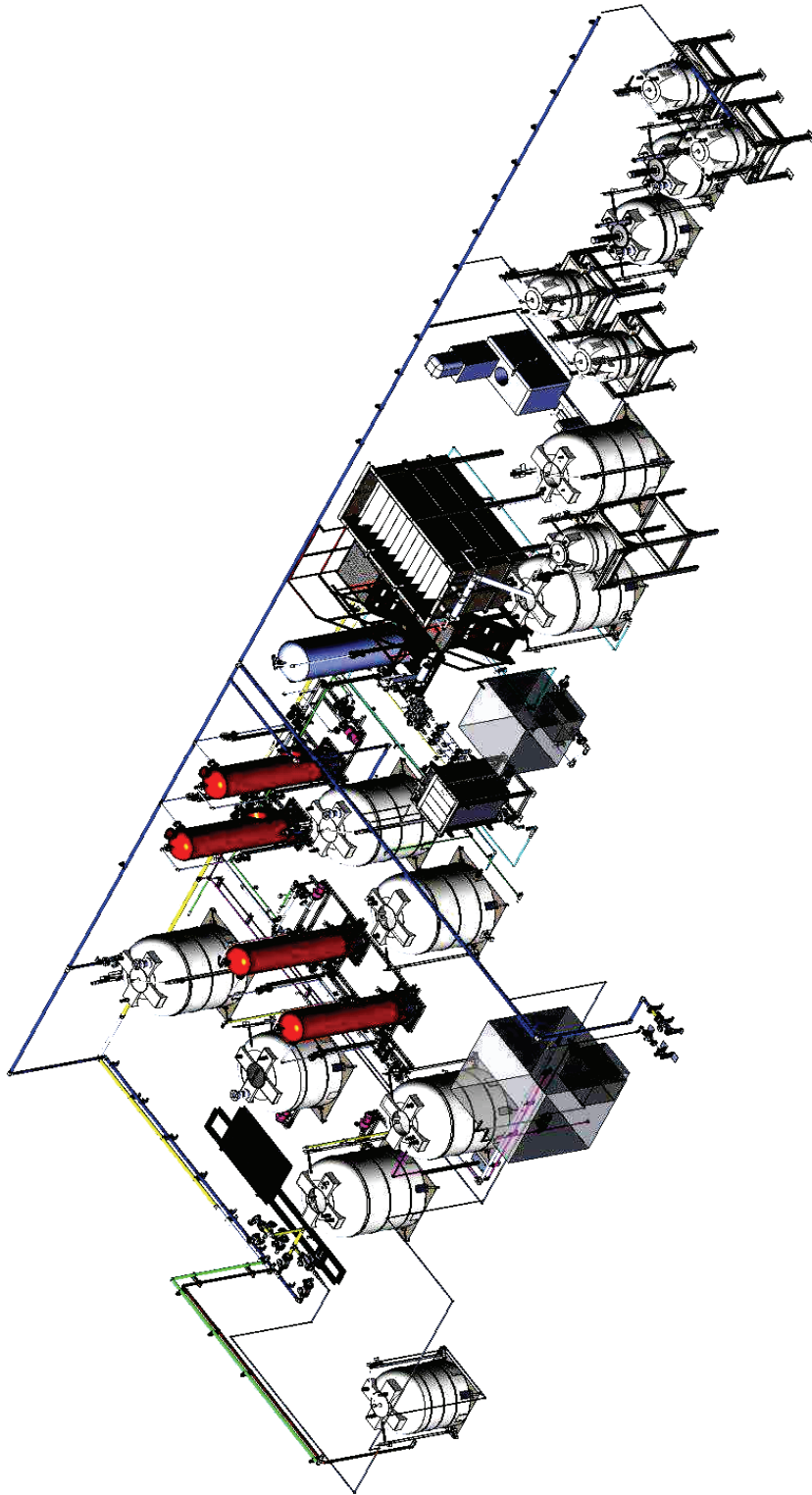
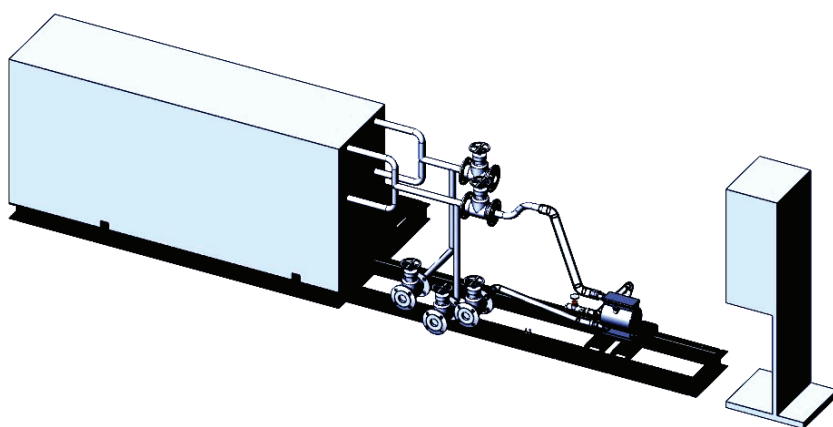
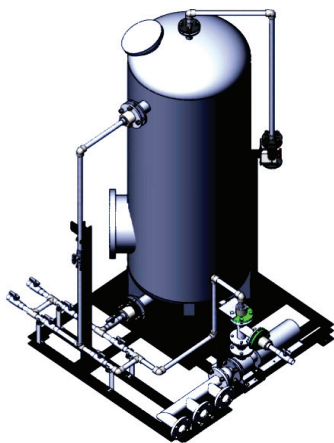


Рис. 1. 3D-вид модели комплекса очистки сточных вод гальванических линий



a)



б)



в)

Рис. 2. 3D-вид модели установки обезвоживания для разделения твердых и жидких фаз (а), установки фильтра для сорбционной очистки стоков (б), колонны ионообменной для доочистки стоков (в)

Заключение

Виртуальная модель комплекса позволила оценить достоинства разработанной конструкции комплекса очистки сточных вод гальванических линий. Среди достоинств следует отметить: применение современных материалов, конструкций, деталей, реагентов; сокращение сроков очистных работ – нет разрыва между подготовкой и самим процессом; наиболее оптимальную степень очистки, где остаточные концентрации загрязненных компонентов в очищенной воде при подаче ее на промывочные операции гальванических линии не должны превышать значений для воды категории 2 (ГОСТ 9.314–90); успешно применяется для очистки от тяжелых металлов, нефтепродуктов, органики, части анионов.

Список литературы

1. Немтинов, К. В. Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, В. А. Немтинов // Информ. технологии в проектировании и пр-ве. – 2014. – № 1. – С. 75 – 83.
2. Мокрозуб, В. Г. Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, М. П. Мариюковская, В. Е. Красильников // Системы упр. и информ. технологии. – 2007. – Т. 27, № 1.2. – С. 259 – 262.
3. Немтинов, К. В. Автоматизация процесса выбора узла сельскохозяйственной техники комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, А. Н. Зазуля // Вестн. компьютерных и информ. технологий. – 2014. – № 10. – С. 9 – 15.
4. Немтинов, К. В. Применение теории сложных систем при проектировании технологических комплексов / К. В. Немтинов // Управление большими системами : материалы X Всерос. шк.-конф., 5 – 7 июля 2013 г., г. Уфа / Уфим. гос. авиац. ун-т. – Уфа, 2013. – Т. 1. – С. 267 – 270.
5. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В. А. Немтинов [и др.] // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321 – 330.
6. Мокрозуб, В. Г. База данных стандартных и типовых элементов технических объектов / В. Г. Мокрозуб [и др.] // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 29 – 32.
7. Мокрозуб, В. Г. Таксономия в базе данных стандартных элементов технических объектов / В. Г. Мокрозуб // Информ. технологии. – 2009. – № 11. – С. 18 – 22.

References

1. Nemtinov K.V., Eruslanov A.K., Nemtinov V.A. *Informacionnyye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve*, 2014, no. 1, pp. 75-83.
2. Mokrozub V.G., Marikovskaya M.P., Krasil'nikov V.E. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tehnologii*, 2007, vol. 27, no.1.2, pp. 259-262.
3. Nemtinov K.V., Eruslanov A.K., Zazulya A.N. *Herald of computer and information technologies*, 2014, no. 10, pp. 9-15.
4. Nemtinov K.V. *Upravlenie bol'shimi sistemami* (Managing large systems), Proceedings of X All-Russian School-Conference, Ufa, 5-7 July 2013, Ufa, 2013, vol. 1, pp. 267-270.
5. Nemtinov V.A., Yukhanov V.V., Malygin E.N., Karpushkin S.V., Egorov S.Ya., Mokrozub V.G., Borisenko A.B., Nemtinova Yu.V. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, 2013, no. 3 (47), pp. 321-330.
6. Mokrozub V.G., Nemtinov V.A., Morozov S.V., Konovalova A.S. *Radiotekhnika*, 2010, no. 12, pp. 29-32.
7. Mokrozub V.G. *Informacionnyye tehnologii*, 2009, no. 11, pp. 18-22.

Virtual Modeling of Wastewater Treatment Complex for Plating Lines

M. P. Reshetnikova, A. A. Rodina, K. V. Nemtinov, V. A. Nemtinov

Tambov State Technical University, Tambov

Keywords: decision-making support; design of treatment complexes for plating lines; virtual models.

Abstract: In order to solve the problem of automated design of wastewater treatment complexes for plating lines, we have adapted the technology of automated design of complex technological systems that simultaneously take into account: representation of the problems set for design of wastewater treatment complexes as a single system using the theory of complex systems and the presence of a single information base; comprehensive evaluation (based on economic and technological estimates) of design solutions; and also provides an increase of information processing intellectualization, significant reduction in time and cost of design.

Approbation of the technology is made on the example of the complex for wastewater treatment line of an electroplating production department with the return of purified water (~95%) to perform washing operations on the plating lines and with the discharge of purified to maximum permissible contaminants concentrations water (up to ~5%) down to the drainage system.

A virtual model of the complex allows evaluating the advantages of the designed complex for wastewater plating lines. Among its advantages we can list: using of modern materials, structures, components and reagents; shortening of treatment time as there is no gap between preparation and the process itself; optimal degree of purification, where the residual concentrations of contaminated components in purified water, which is used for washing operation on the electroplating lines, does not exceed the maximum permissible values.

© М. П. Решетникова, А. А. Родина,
К. В. Немтинов, В. А. Немтинов, 2015